



système hydraulique FERGUSON

La multiplicité des travaux agricoles motorisables ont amené la transformation progressive de « l'unité de traction » en une véritable centrale mobile dont les possibilités les plus diversifiées s'accroissent sans cesse.

Le but du présent chapitre est d'étudier l'étendue des possibilités du système hydraulique et de dégager les principes d'utilisation et de fonctionnement de l'équipement nouvelle gamme.

Trois idées maîtresses concrétisent les possibilités hydrauliques :

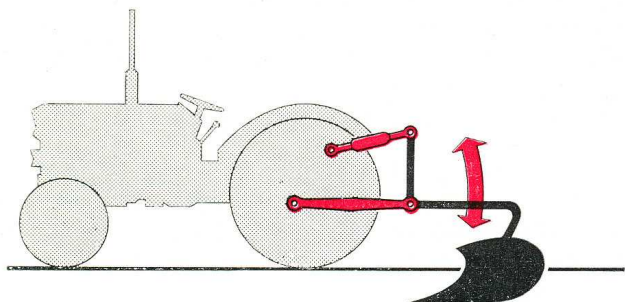
- Le système Ferguson, avec contrôle automatique d'effort, contrôle de position et contrôle de réponse, qui reste à la base de la liaison tracteur/outil porté,
 - les possibilités de relevage en ont été accrues,
 - un seul levier permet d'utiliser le relevage dans l'une de ses fonctions,
- La modulation de pression, exclusivité MASSEY-FERGUSON, assure de nouvelles possibilités d'attelage et d'hydraulique, et procure un transfert de charge avec des outils trainés, au même titre qu'avec les outils portés.
- L'utilisation à distance de la puissance hydraulique sous forme de volume ou de pression, dans des vérins à simple ou à double effet, ou pour l'animation de moteurs hydrauliques, grâce à l'adjonction d'une pompe à engrenage de haut débit pouvant être utilisée indépendamment ou en liaison avec la pompe hydraulique de base.

Ces trois caractéristiques essentielles font de l'hydraulique MASSEY-FERGUSON, l'hydraulique le plus « **compact** » offrant les possibilités les plus complètes existant sur les tracteurs agricoles actuellement sur le marché.

RAPPEL DU PRINCIPE FERGUSON

Principe : Conception tracteur - outil formant une unité de travail intimement liée.

Attelage : Souple et rigide.

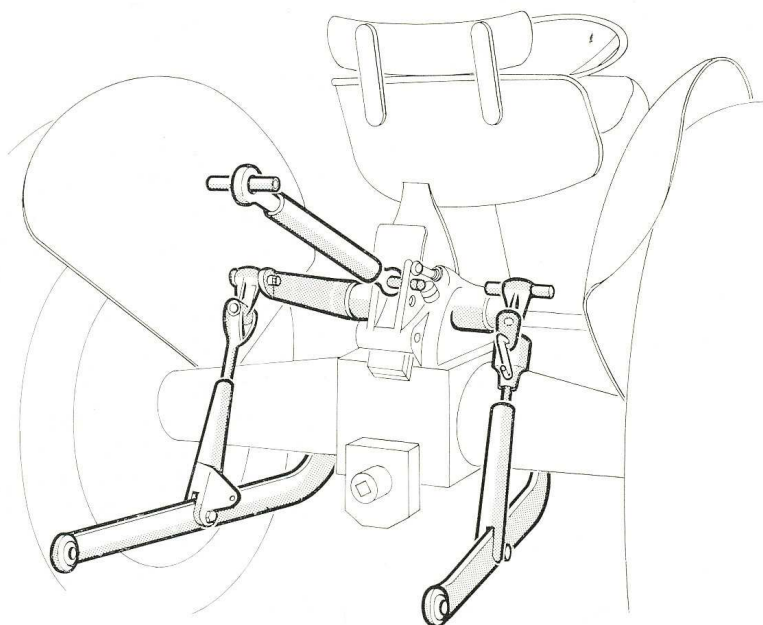


Conception de l'outil porté : Absence d'éléments susceptibles de stabiliser l'instrument en profondeur, tels que :

- avant train,
- talon,
- roue de terrage.

Modifications de profondeur : Attelage asservi hydrauliquement.

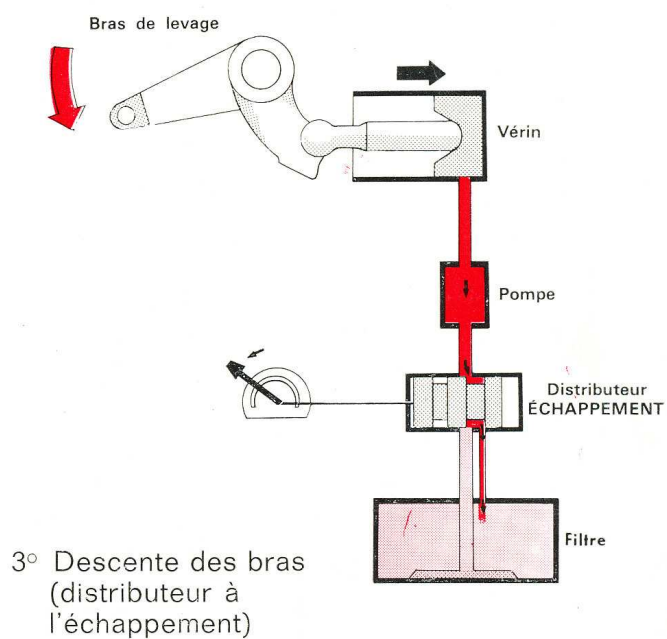
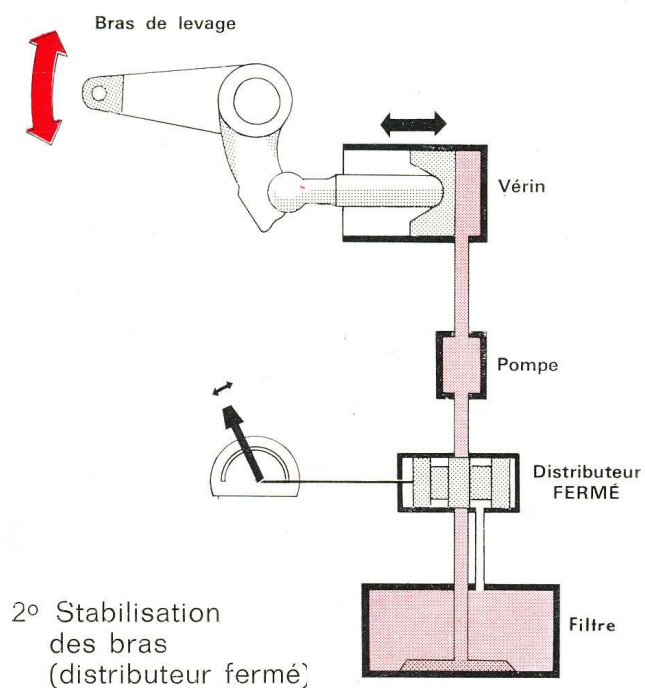
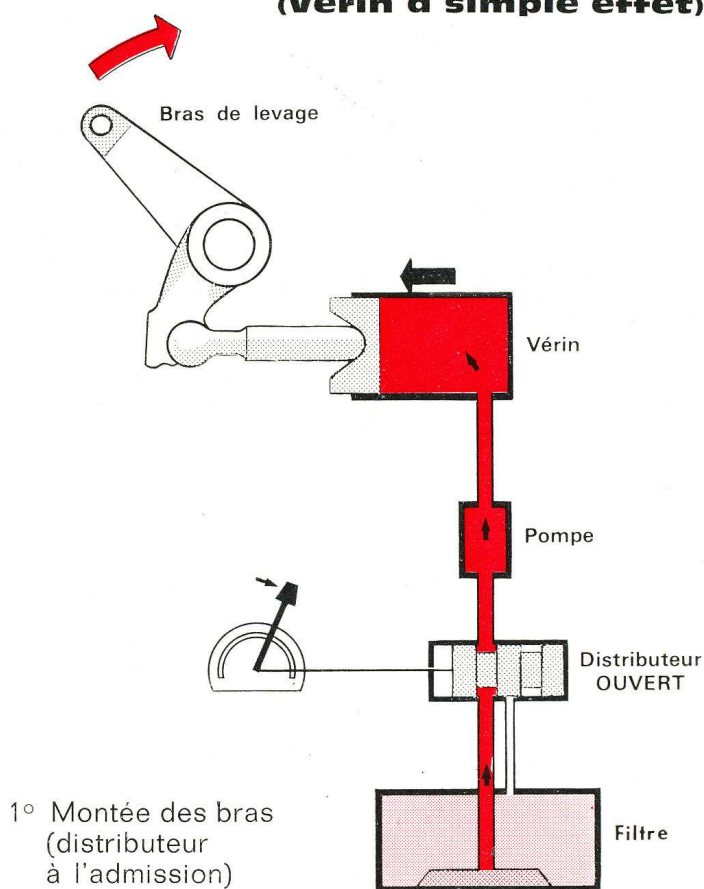
Facteur de pénétration : Profil des pièces travaillantes et position rapprochée de l'attelage, donc « **Pénétration sans faire appel au poids** ».

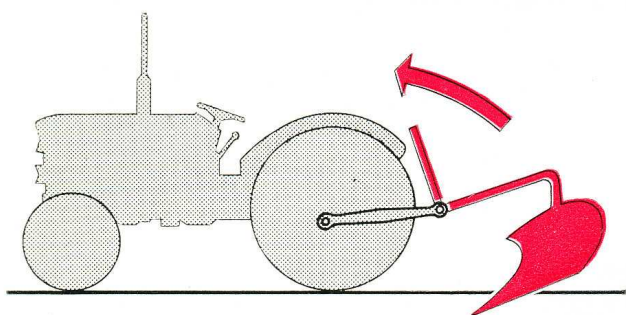


CONTROLE AUTOMATIQUE DE PROFONDEUR

Instrument porté par un système de bras,

**Par positionnement du piston, on règle la hauteur des bras
(Vérin à simple effet)**



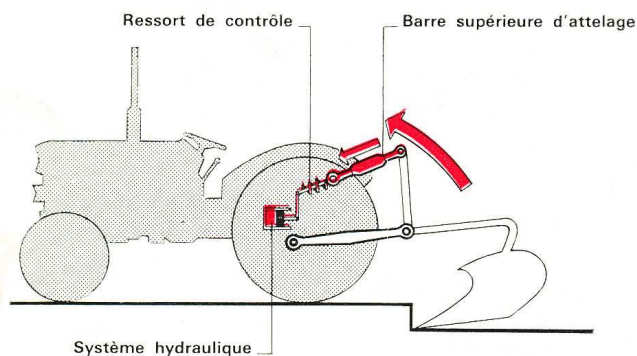


Possibilité de basculement de l'instrument au niveau de l'**attelage**.

Introduction d'un pylone et d'une barre supérieure d'**attelage**.

On constate en travail un effort variable au 3^e point d'attelage, en fonction des facteurs suivants :

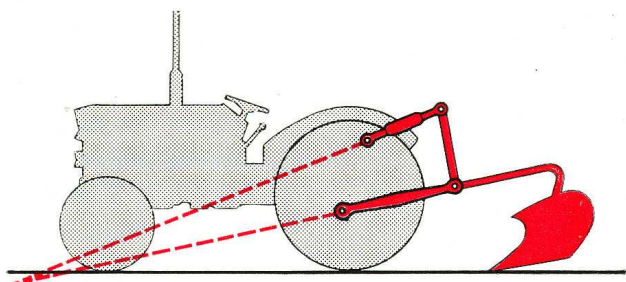
- résistance du sol,
- profondeur de travail,
- vitesse d'avancement.



Enregistrement de cet effort en intercalant un ressort entre la barre supérieure d'attelage et le système hydraulique. Transmission de ces variations au distributeur de l'hydraulique par un système came-tringlerie.

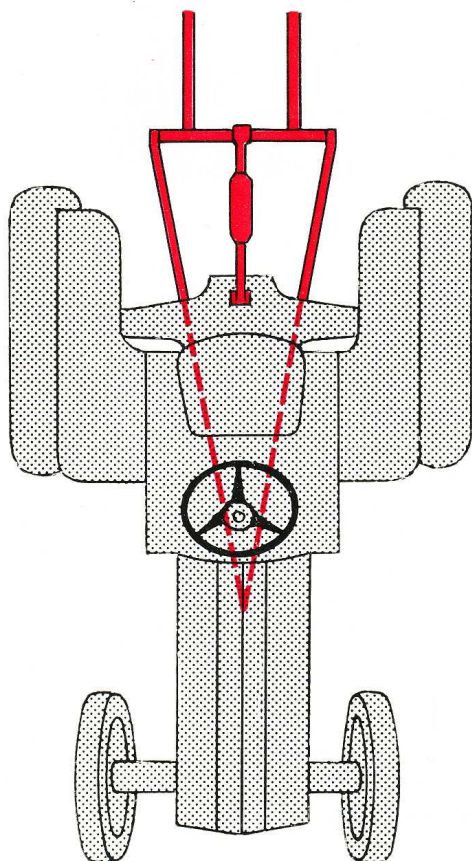
Ce qui donne : Détermination de la profondeur de travail par la position du levier manuel de commande. Il y aura stabilisation lorsque le distributeur sera amené à la position fermée sous l'effet de l'effort reçu au ressort du 3^e point.

POINT D'APPLICATION DES LIGNES DE TRACTION :



a) Convergence verticale :

Point virtuel de **traction** ce qui revient à tirer l'instrument de l'avant et d'un point situé dans le sol favorisant la pénétration.



b) Convergence horizontale :

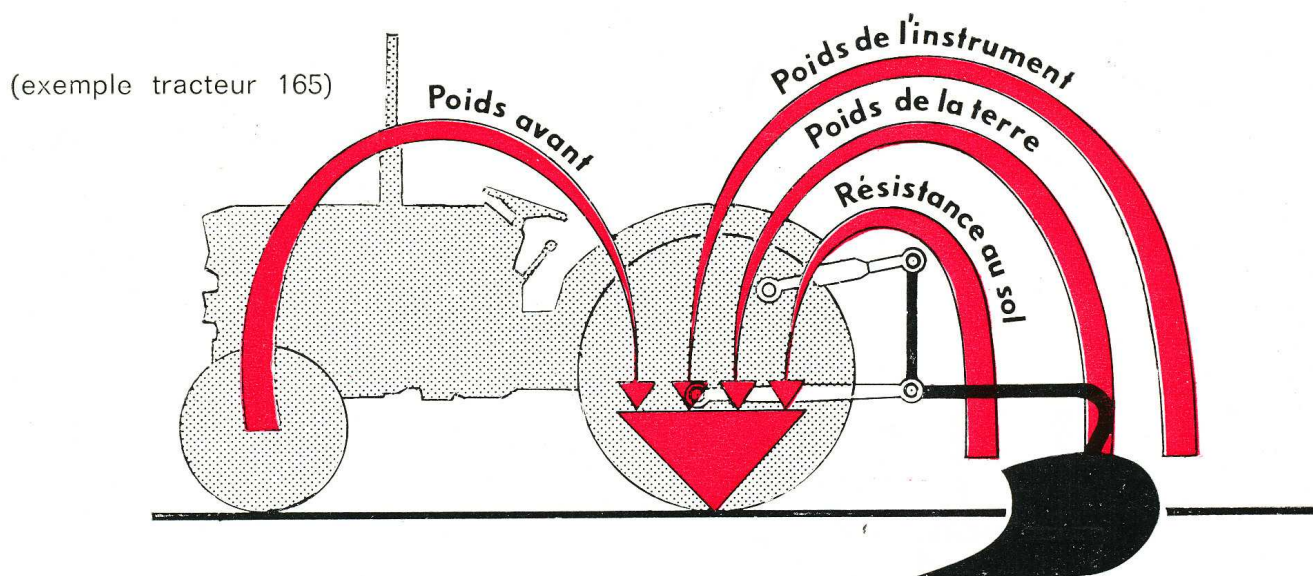
Point virtuel de **traction** : Point de rencontre déterminé par l'angle que forment les barres d'attelage - permet de stabiliser en ligne la traction d'un instrument.

ADHERENCE :

Poids variable du tracteur sur les roues arrière en fonction du travail sans que le conducteur ait à intervenir.

Facteurs d'adhérence :

- Poids de l'instrument,
- Poids de la terre,
- Résistance du sol.



Report de poids	Essieu AV	Essieu AR	
Poids du tracteur	698 kg	1186 kg	= 1884 kg
Poids de l'instrument = 470 kg	— 235 kg	470 kg	
(Bisoc 14'')		+ 235 kg	
Résistance du sol = 150 kg	— 75 kg	150 kg	
		+ 75 kg	
Poids de la terre sur les versoirs = 100 kg	— 50 kg	100 kg	
		50 kg	
	338 kg	2266 kg	= 2604 kg

On obtient, grâce au système et sans que cela nécessite un poids mort supplémentaire, un gain de 1080 kg sur les roues arrière, ce qui augmente l'adhérence.

**SYSTÈME
HYDRAULIQUE**

**Régulation
à l'admission**



1) FONCTIONS PRINCIPALES :

Les tracteurs M-F 122 et 130 sont équipés d'un système hydraulique possédant toutes les caractéristiques du système **Ferguson**. Il assure les fonctions suivantes :

- 1° le relevage des instruments,
- 2° le contrôle de l'effort et par conséquent contrôle automatique de la profondeur du travail pour les instruments à attelage trois points, agissant aussi bien en poussée qu'en traction au point supérieur d'attelage,
- 3° le contrôle de position qui permet de choisir et de fixer la hauteur de l'attelage et, par suite, celle de l'outil par rapport au tracteur,
- 4° le contrôle de la sensibilité de réaction,
- 5° le contrôle de réponse ou de vitesse de descente des instruments,
- 6° la commande des circuits hydrauliques extérieurs,
- 7° le verrouillage des bras de relevage en position haute.

2) MANETTE DE COMMANDE :

A. — Description : Une seule manette est utilisée pour le contrôle d'effort, le contrôle de position et la commande des circuits extérieurs ; la forme particulière de cette manette permet à l'utilisateur un réglage précis de son positionnement.

Pour faciliter la tâche du conducteur et permettre une initiation rapide au fonctionnement de l'hydraulique, des zones de couleurs différentes sont disposées comme suit à la périphérie du secteur (dépliant couleur, volet 1, fig. 1 et 2).

- lettres noires sur fond JAUNE : contrôle d'effort,
- lettres blanches sur fond BLEU : contrôle des vérins extérieurs,
- lettres blanches sur fond ROUGE : contrôle de position.

B. — Utilisation : Pour régler le **contrôle d'effort**, c'est-à-dire obtenir un effort constant pour les instruments travaillant dans le sol, placer la manette de commande sur la partie avant du secteur de couleur JAUNE, entre l'encoche supérieure avant (position haute) et le bas du secteur (position basse). Une butée de contrôle d'effort, fixée par bouton moleté, permet de retrouver instantanément après relevage la position choisie initialement ; cette butée comprend un curseur autorisant un léger déplacement de la manette principale vers l'avant ou vers l'arrière, permettant de compenser les irrégularités possibles de profondeur dues au changement de nature du sol.

Lors de l'utilisation du contrôle d'effort, la barre télescopique du 3^e point doit être placée au trou supérieur d'attelage avec des instruments donnant de faibles réactions (700 kg en traction - 1975 kg en compression) ; au trou inférieur d'attelage avec des instruments donnant de fortes réactions (975 kg en traction - 2740 kg en compression). En ce qui concerne la traction grand dégagement le même résultat est obtenu en plaçant la barre télescopique à l'inverse de ci-dessus.

Pour régler le **contrôle de position**, c'est-à-dire obtenir une position fixe des bras pour les instruments travaillant en surface ou au-dessus du sol, placer la manette de commande sur la partie arrière du secteur de couleur ROUGE, entre l'encoche supérieure arrière (position haute) et le bas du secteur (position basse), une butée de contrôle de position fixée par bouton moleté permet de retrouver la position initialement choisie pour l'instrument travaillant en contrôle de position.

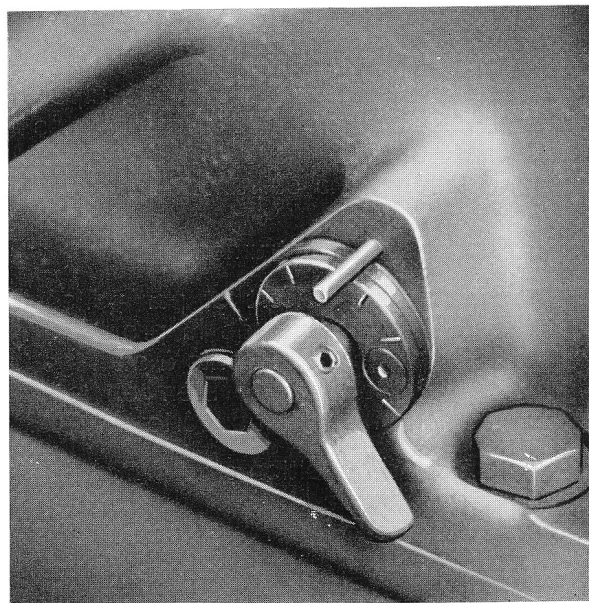
Pour **alimenter les vérins extérieurs**, placer la manette entre les deux encoches supérieures, partie BLEUE du secteur.

Pour stabiliser les vérins, placer la manette dans l'encoche arrière du secteur.

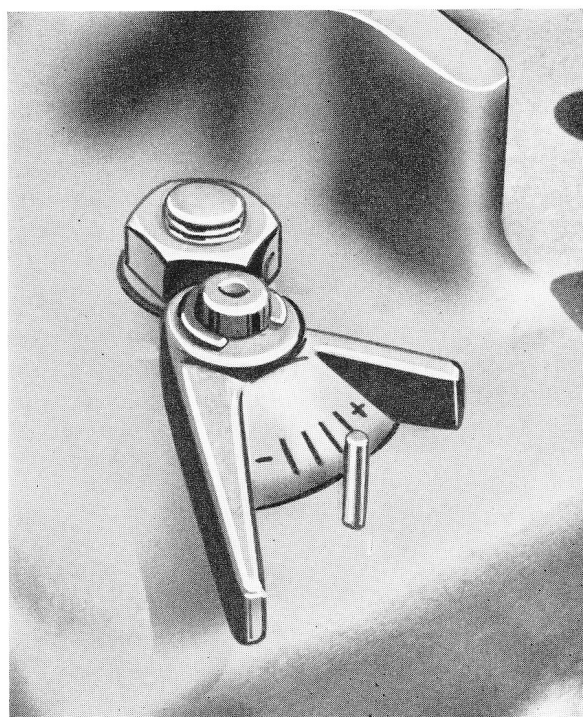
Pour vider les vérins extérieurs, amener la manette dans la partie arrière du secteur.

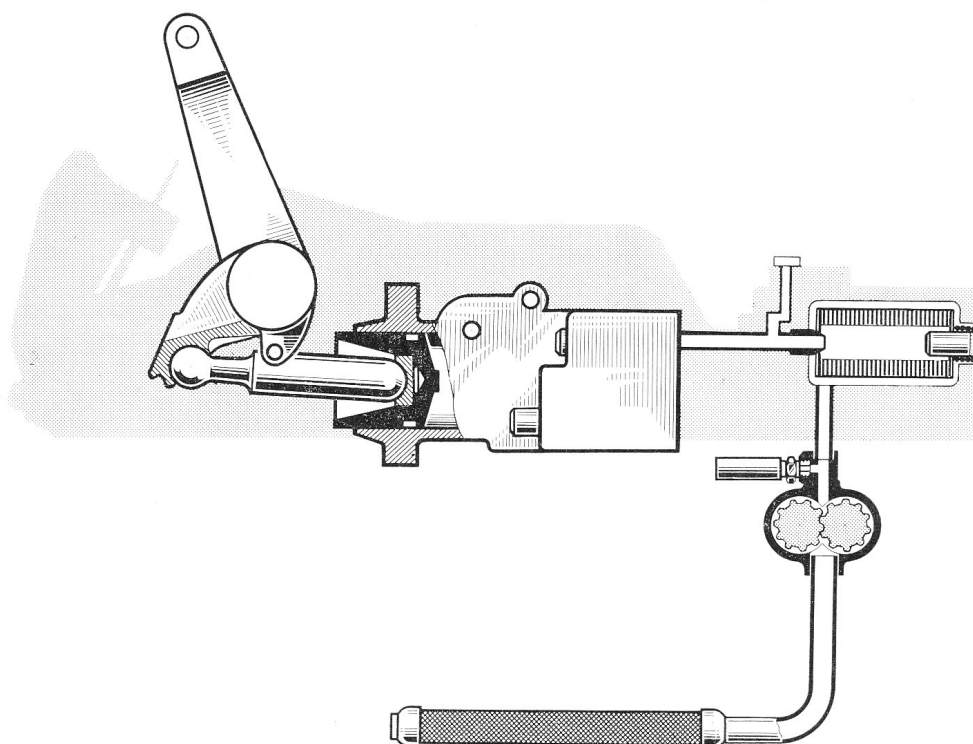
Pour commander les circuits extérieurs, il faut que les bras d'attelage soient verrouillés en position haute à l'aide du verrou de blocage.

Sensibilité de réaction : Le système hydraulique utilisé en contrôle d'effort est exceptionnellement sensible (voir paragraphe B - Description technique). Il est possible de parfaire les réactions de l'hydraulique en fonction du poids de l'instrument et des irrégularités du terrain en agissant sur le bouton de sensibilité de réaction situé sur le côté droit du carter ; en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, on obtient une réaction plus lente pour le travail des outils lourds ou sur des terrains plats ; une rotation en sens inverses donne des réactions de plus en plus rapides pour outils légers ou travail sur terrain défoncé.



Réponse, vitesse de descente : Le réglage de la réponse ou vitesse de descente des outils est obtenu en agissant sur un bouton placé au-dessus du carter de l'hydraulique, à portée de la main gauche du conducteur ; il présente un secteur gradué portant les indications — (descente lente) et + (descente rapide). Toutes les positions intermédiaires sont possibles, la vitesse choisie ne variera pas, quel que soit le poids de l'instrument ou la charge supportée par les circuits extérieurs.





3° DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU MECANISME HYDRAULIQUE :

Tous les organes de l'hydraulique sont logés dans le couvercle du carter de transmission, facilement accessibles et démontables rapidement.

a) CIRCUIT HYDRAULIQUE :

Les principales parties composantes sont les suivantes :

Pompe hydraulique : c'est une pompe à engrenages à rattrapage automatique de jeu ; elle tourne à 2.420 tr/mn pour 2.000 tr/mn moteur (rapport 1,21) ; elle possède un limiteur de pression taré à 140 kg/cm². Le débit de la pompe est de : 11,5 litres à 140 kg/cm² pour un régime moteur de 2.250 tr/mn.

Les filtres : une crépine d'aspiration se trouve dans le carter boîte et pont ; elle est aisément

accessible de l'extérieur par l'arrière du tracteur.

Le distributeur : une cartouche filtrante interchangeable de grande efficacité est située entre la pompe et le distributeur, faisant corps avec le cylindre de relevage. Il comprend :

- une valve principale avec frein hydraulique,
- une valve secondaire,
- un clapet anti retour,
- une valve régulatrice de descente (voir description de ses fonctions § b).

Le vérin : cylindre en fonte fixé par 3 goujons sur le carter de relevage.

Remarques : Un chapeau muni d'une prise de pression est situé sur la partie supérieure du carter, cette prise peut être utilisée pour le **branchement de circuits hydrauliques extérieurs indépendamment du circuit principal.**

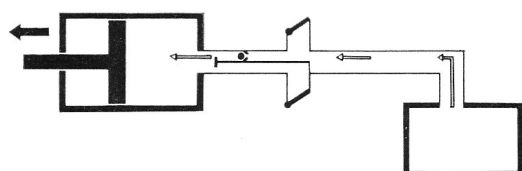
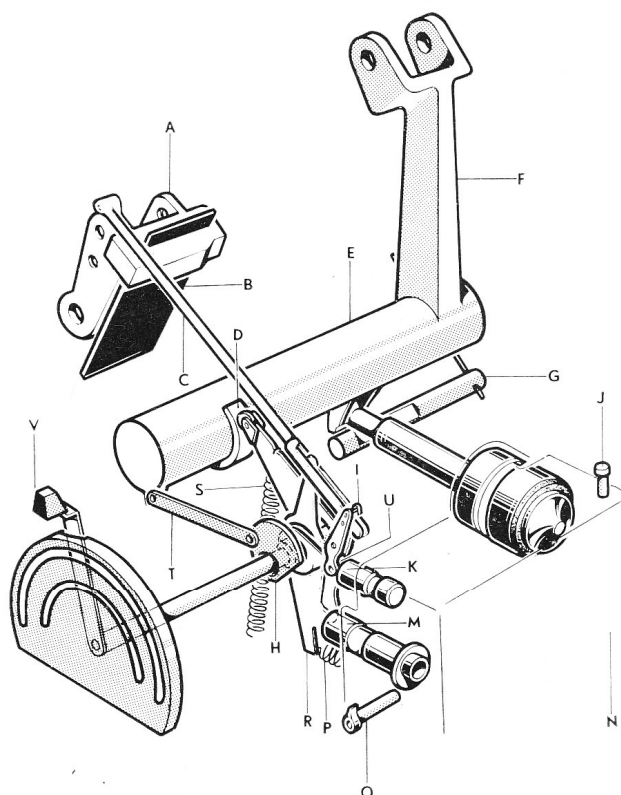
b) DESCRIPTION SCHEMATIQUE DU FONCTIONNEMENT :

Le système est basé sur le contrôle de la pression d'huile à l'échappement en équilibre avec la contre-pression de l'huile contenue dans le vérin ; tout déséquilibre de pression entraîne instantanément une variation du volume de l'huile contenue dans le vérin et conditionne la profondeur de travail. Ce système sensible, donne des réactions instantanées, il permet donc d'utiliser efficacement le contrôle d'effort avec des instruments très variés.

Toutes les commandes sont faites à partir du distributeur voir ci-dessus paragraphe a) qui peut être actionné :

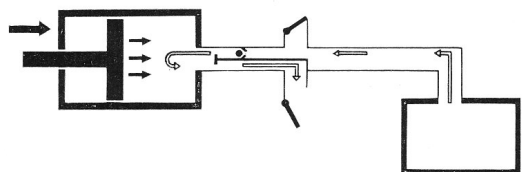
- volontairement à l'aide du levier du secteur de contrôle et de ses deux manettes annexes,
- automatiquement par la came de l'arbre de relevage ou par la réaction de l'outil dans le sol, agissant par l'intermédiaire du ressort de contrôle, sur lequel est fixée la barre supérieure d'attelage. C'est un ressort à lame à double effet, se déplaçant sous la poussée ou la traction au 3^e point.

Schémas de fonctionnement : les circuits se réalisent de la façon suivante.



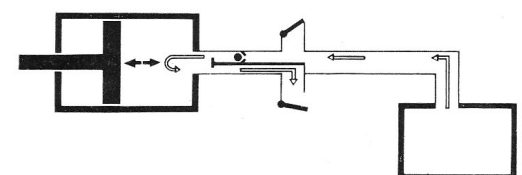
ALIMENTATION DU VERIN :

- La pression d'alimentation est supérieure à la pression dans le vérin, les bras de relevage montent.



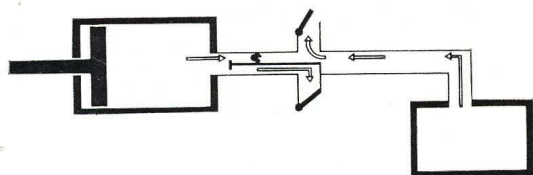
RETOUR DU VERIN :

- L'ouverture en grand de la valve principale fait baisser la pression d'alimentation qui devient inférieure à celle régnant dans le vérin, le vérin se vide, les bras descendent.



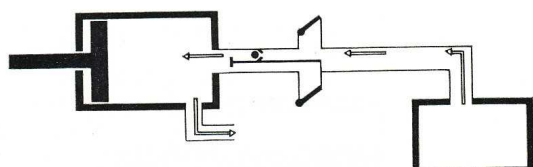
POSITION D'EQUILIBRE :

- La position de la valve principale est telle que la pression d'alimentation est égale à la pression créée dans le vérin, il y a donc équilibre, les bras sont stabilisés.



POSITION DE TRANSPORT :

- Le circuit est ouvert pour la valve secondaire qui autorise un retour direct, permanent au carter. La pression d'alimentation est presque nulle, le clapet anti-retour maintient le volume d'huile dans le vérin les bras restent en haut.

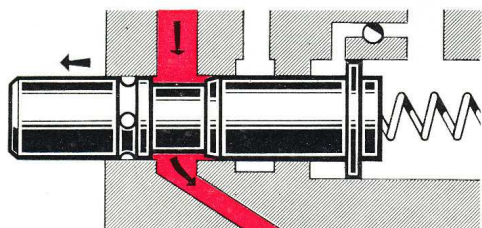


ALIMENTATION DES CIRCUITS

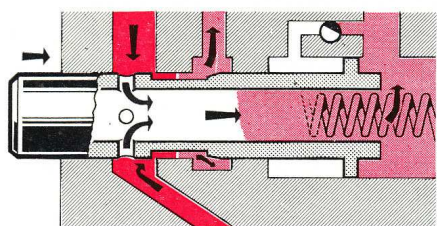
- La valve secondaire est refermée, le vérin se remplit, l'alimentation continuant, le flot d'huile sous pression se dirige vers les circuits extérieurs.

c) DESCRIPTION REELLE DU FONCTIONNEMENT :

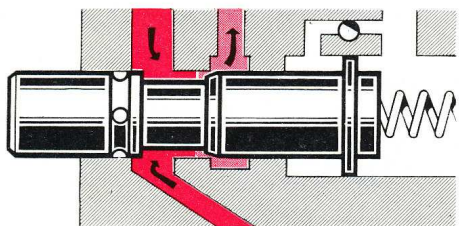
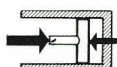
Les valves : leur forme a été étudiée spécialement pour éviter le laminage de l'huile dans le circuit ; elles sont cylindriques. Un évidement, cylindrique lui aussi, autorise le passage de l'huile. Il se termine par un chanfrein conique de très faible dimension.



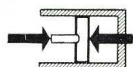
- 1° Valve principale position **montée** : Il n'y a pas de retour d'huile au carter, la valve est complètement fermée.



- 2° Valve principale position **descente** : Un large passage est créé autour de la valve, ce qui amène une baisse importante de pression et permet le passage d'huile venant du vérin et de la pompe vers l'échappement. De plus, lorsque la valve est complètement à l'échappement — et seulement dans ce cas — des orifices pratiqués dans le corps de la valve pénètrent dans la chambre d'admission, l'huile traverse alors le corps de la valve et retourne directement au carter.

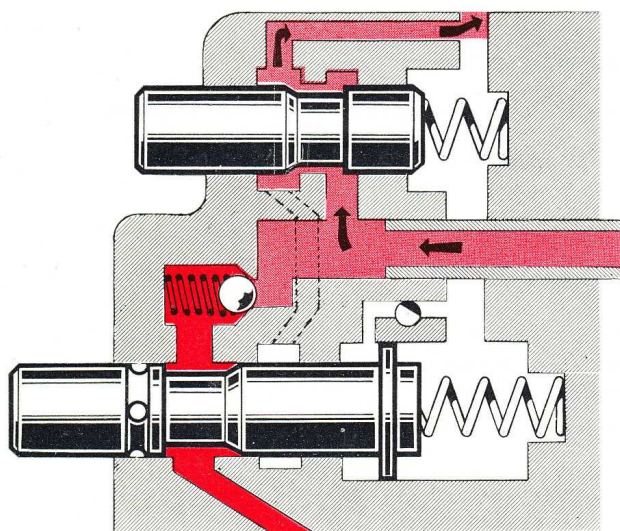


- 3° Valve principale position **d'équilibre** : La section d'ouverture est telle qu'il y a équilibre entre la pression d'alimentation et la pression dans le vérin.

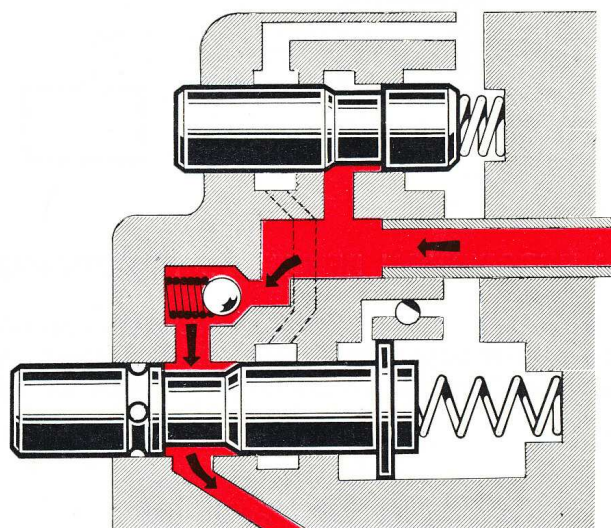




4° Valve secondaire ouverte en position **haute** : La valve principale est fermée. l'huile demeure dans le vérin grâce au clapet anti-retour, le débit de la pompe passe directement au carter.



5° Valve secondaire **fermée** : Alimentation des circuits extérieurs, la valve principale est fermée, le vérin est rempli, l'alimentation se dirige alors vers les circuits extérieurs.



CONTROLE DE REPONSE ET VITESSE DE DESCENTE

La vitesse d'un instrument au cours de sa descente est fonction de son poids. Un instrument lourd descendant trop rapidement pourrait se détériorer en arrivant au sol. D'autre part, il réagirait trop brutalement à l'automatisme du système, il aurait une réponse trop **rapide**.

Inversement, un outil trop léger manquerait d'indépendance vis-à-vis du tracteur et il s'en suivrait un contrôle défectueux de la profondeur, il aurait une réponse trop **lente**.

Pour parfaire le travail de l'hydraulique, le distributeur présente un régulateur du débit de retour d'huile, c'est-à-dire de la vitesse de descente de l'outil.

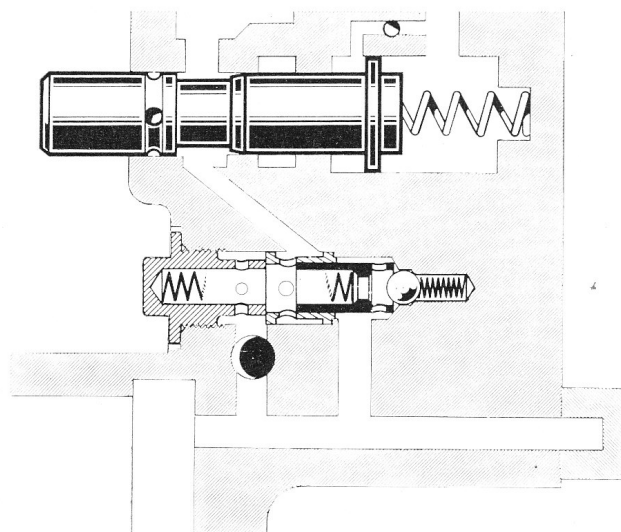
Ce régulateur est placé dans le circuit hydraulique, entre la valve principale et le vérin dis-

tributeur ou alimentation extérieure). Il présente des lumières qui peuvent être plus ou moins obturées par coulissement dans la chemise.

Il est ramené vers la pleine ouverture de ces lumières par un ressort de rappel. La chemise de valve détermine 2 chambres en communication avec le vérin par 2 passages distincts :

- la chambre de droite est en communication directe avec le vérin (conduit 2),
- la chambre de gauche est en communication avec le vérin par l'intermédiaire d'un boisseau réglable qui permet de faire varier à volonté la section de passage de l'huile (conduit 1).

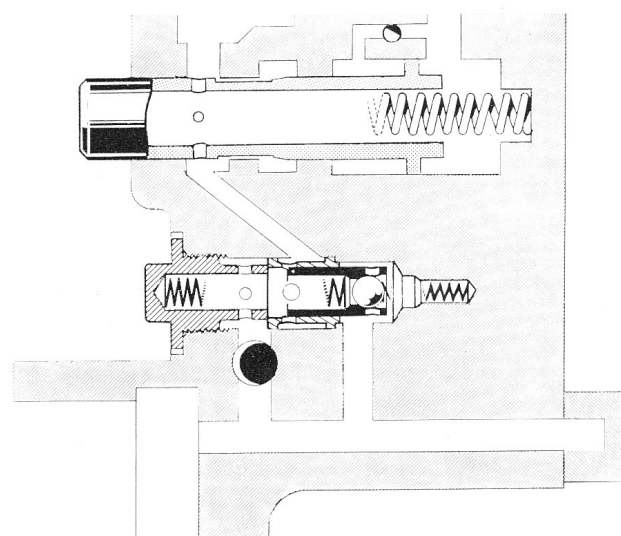
Admission : Lorsque la position de la valve principale permet le débit d'huile de la pompe vers le vérin, l'huile peut passer directement par le conduit 2 en poussant la bille et son ressort ; la faible pression de ce dernier ne suffit pas à contrarier le passage de l'huile qui est pratiquement libre.



Retour : Lorsque la position de la valve principale permet le retour de l'huile du vérin, la pression change de sens et applique la bille sur son siège en réalisant ainsi la fermeture du retour par la chambre de droite.

L'huile est alors obligée de passer par le conduit et son boisseau : au passage du boisseau, il y a perte de charge, d'autant plus grande que le boisseau est fermé, et la pression dans la chambre de gauche devient inférieure à la pression dans le vérin, c'est-à-dire à celle dans la chambre de droite, puisque cette chambre et le vérin sont directement en communication.

Les surfaces d'action sur la valve étant les mêmes, il en résulte que la poussée exercée dans la chambre de droite est supérieure et déplace la valve vers la gauche en comprimant son ressort. Mais, dans son déplacement, la valve a tendance à obturer elle-même ses lumières d'échappement ; elle limite donc le débit et, par conséquent, tend à augmenter la pression dans la chambre de gauche.





La perte de charge initiale tend ainsi à diminuer. La position de la valve se stabilise lorsqu'il y a équilibre entre la perte de charge et la compression du ressort, équilibre donnant un débit constant. La variation de débit est obtenue en agissant sur l'ouverture du boisseau. L'utilisateur peut ainsi choisir la vitesse optimum de descente ou de réponse des instruments.

Le boisseau se commande par le bouton de contrôle de réponse placé sous le siège.

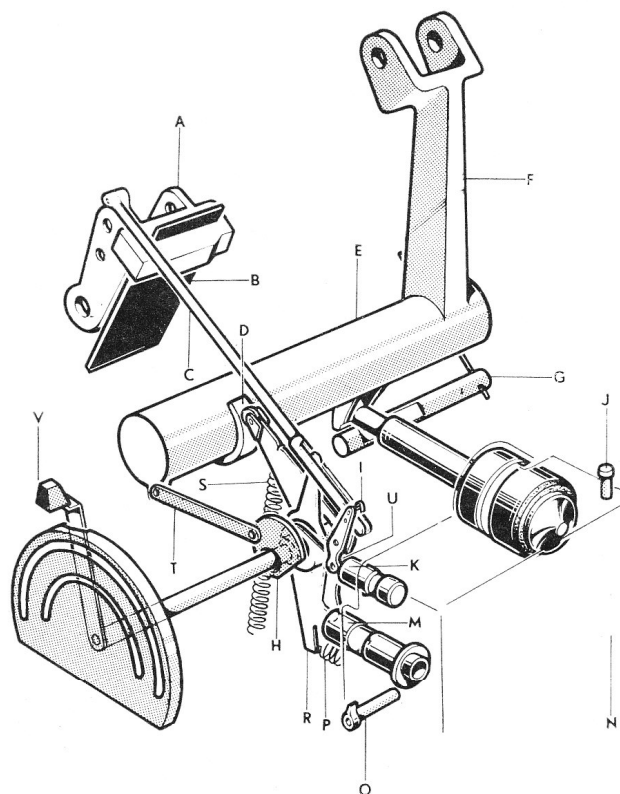
La pression dans le vérin peut être plus ou moins grande suivant le poids de l'outil. Si, pour une même ouverture de boisseau, on remplace un outil léger par un outil lourd, le débit d'huile de retour a tendance à augmenter, donc perte de charge.

La différence de pression augmentant, la valve se déplace davantage vers la gauche, ce qui a pour effet de fermer un peu plus les lumières d'échappement jusqu'à un nouvel équilibre ramenant le débit à la valeur qu'il avait avec l'outil léger.

La réaction inverse de la valve a lieu si l'on passe d'un outil lourd à un outil léger.

Pour une ouverture déterminée du boisseau, le débit, donc la vitesse de descente ou de réponse, est constant, quel que soit le poids des outils.

Contrôle de sensibilité de réaction : Le réglage de sensibilité se fait en modifiant la vitesse de déplacement de la valve principale sous l'impulsion des cames de commande. La valve principale est munie d'un amortisseur hydraulique constitué simplement par une rondelle solidaire de la valve qui coulisse sans jeu dans une chambre remplie d'huile ; en se déplaçant, la valve entraîne la rondelle, obligeant l'huile à passer du compartiment avant vers le compartiment arrière ou vice-versa. Ce passage de l'avant vers l'arrière se fait par un conduit obturé par un pointeau réglable, commandé par le bouton de contrôle de sensibilité du tracteur ; plus en ferme le pointeau, plus les réactions obtenues sont lentes et inversement.



CAMES DE COMMANDE :

La valve principale peut être commandée par deux doigts différents montés sur excentriques, en liaison avec la manette du secteur. L'un des doigts sera utilisé lorsque la manette se trouvera dans la partie jaune du secteur correspondant au contrôle d'effort, l'autre entrera en action lorsque la manette se trouvera dans la partie rouge du secteur.

L'action des doigts de commande sur la valve sera réalisée, soit :

- volontairement par action sur la manette du secteur,
- automatiquement par action du ressort à lame du 3^e point en contrôle d'effort, et

par action de la came de l'arbre des bras de relevage en contrôle de position.

Valve secondaire : Les cames de commande sont au nombre de 2. Elles maintiennent la valve en position fermée.

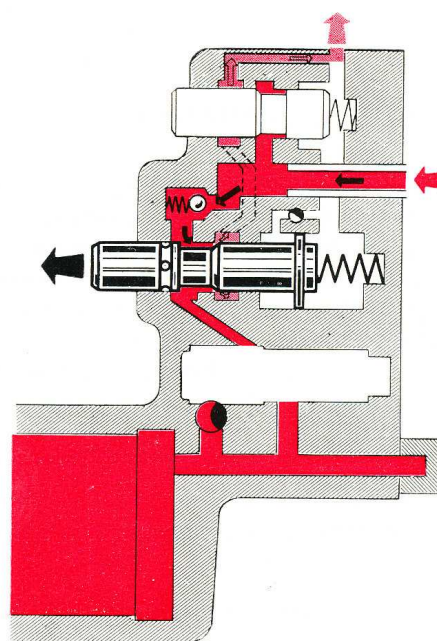
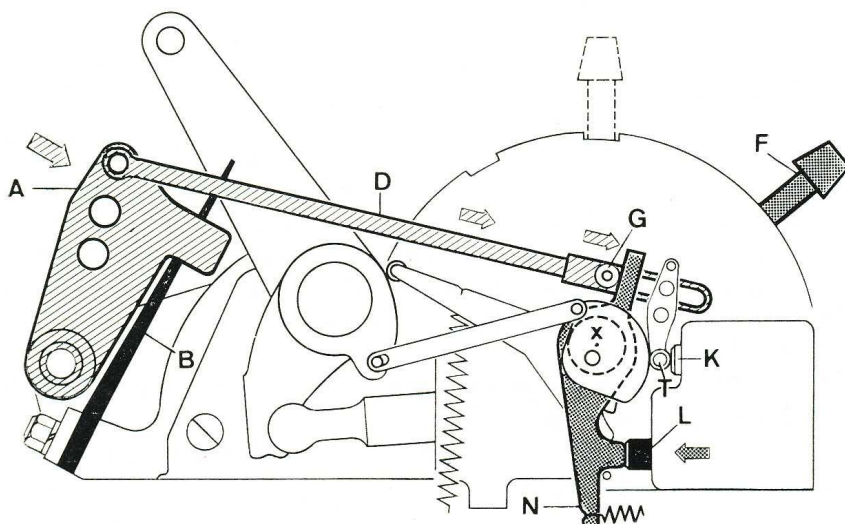
La came principale : en liaison avec l'arbre des bras de relevage s'effacera lorsque les bras seront en position haute (position de transport).

La came en pointe : Elle est commandée par la manette du secteur, lorsqu'elle se trouve dans la partie bleue (vérins extérieurs). Elle referme la valve secondaire obligeant le flot d'huile à partir vers les vérins extérieurs.

CONTROLE D'EFFORT :

1° Descente de l'outil : Supposons qu'un outil soit attelé au tracteur et que l'on abaisse la manette vers l'avant dans la zone de « Contrôle d'effort » du secteur : le centre (x) de l'excentrique se déplace dans le sens des aiguilles d'une montre, autour de l'axe du levier. De ce fait, le doigt de contrôle d'effort (N) tourillonnant sur cet excentrique, prend appui, sous l'action de son ressort de rappel, sur la valve principale (L) et la repousse en échappement. Le vérin commence à se vider et l'instrument peut descendre. Lorsque, par l'avancement, il pénètre dans le sol, l'effort de traction engendre une poussée sur la barre supérieure d'attelage, qui engendre elle-même une flèche du ressort, et par suite, un déplacement du balancier (A). Le plongeur (D) fixé sur cette pièce se déplace et rappelle le doigt (N) par l'intermédiaire du galet (G). De ce fait, la valve principale tend à sortir de son logement sous l'action de son ressort intérieur jusqu'à trouver sa position d'équilibre.

2° Stabilisation de l'outil à une profondeur déterminée : A cette position, le vérin arrête de se vider et l'outil de pénétrer dans le sol. L'outil est alors **porté en travail** par le tracteur. Cet équilibre sera atteint plus ou moins rapidement, selon la position initiale du doigt (N) fixée par le déplacement de la manette. A chaque position de la manette correspond donc une course déterminée du galet (G) nécessaire à ramener la valve principale en position d'équilibre ; course qui correspond elle-même à une flèche déterminée du ressort de contrôle. Nous pouvons dire : « pour une « condition définie de sol, à chaque position « de la manette de commande correspond « un effort de traction de l'instrument et de « là une profondeur de travail stabilisée ». Signalons que le galet (T) est placé à l'extrémité d'un balancier qui sert également de guide à la tringle (D) de contrôle d'effort. Ce balancier n'établit aucune liaison entre le contrôle d'effort et la valve secondaire (K).



Si l'effort de traction diminue, par exemple lorsque le tracteur passe sur une butte, c'est le processus inverse qui se déroule ; la poussée diminuant, le ressort se détend et ramène vers l'arrière le galet (G) ; pivotant sous l'action de son ressort de rappel, le doigt (N) repousse alors la valve de la position d'équilibre vers l'échappement. De ce fait, la pression de l'huile diminue dans le vérin et l'instrument, par son poids et sa force propre de pénétration, s'enfonce jusqu'à ce que l'effort de traction retrouve sa valeur initiale ; la valve retrouve alors sa position d'équilibre et l'instrument se trouve stabilisé.

Nous pouvons dire : « pour une position déterminée de la manette de contrôle, l'effort de traction, donc la profondeur de travail, demeure constant, quelles que soient les irrégularités du sol ».

Remarques : Pour éviter de compliquer l'explication du contrôle d'effort, il n'a pas été tenu compte de l'influence de la tension initiale due au poids de l'outil dans le sol sur le ressort de contrôle, donc sur la position initiale du galet (G).

La variation possible de cette position initiale du galet (G), en fonction des conditions, ne change en rien les principes énoncés car c'est le déplacement effectif de ce galet pour amener la valve en position d'équilibre qui détermine la valeur de l'effort de traction, donc de la profondeur.

Seule varie la course de la manette (F) en fonction de la tension initiale sur le ressort de contrôle, ce qui est sans importance sur la méthode d'utilisation du contrôle d'effort.

3° Remontée de l'outil par augmentation de l'effort :

Si, à une position déterminée de la manette, dans la zone de contrôle d'effort, l'effort de traction augmente, par exemple lorsque l'instrument pénètre dans une butte, la flèche du ressort (B) augmente ; le doigt (N) pivote et la valve principale (L) se déplace de la position d'équilibre vers la position de fermeture. De ce fait, la pression d'huile augmente dans le vérin et remonte l'instrument jusqu'à ce que l'effort de traction atteigne sa valeur initiale : la valve retrouve alors sa position d'équilibre et l'instrument se trouve stabilisé (cas illustré sur schéma).

